

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-029010

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/1335

G02F 1/137

(21)Application number : 10-198459

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 14.07.1998

(72)Inventor : KUBO MASUMI
NARUTAKI YOZO
FUJIOKA SHIYOUGO
YOSHIMURA YOJI
KATAYAMA MIKIO
ISHII YUTAKA

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the coloring of a dark display even in transmission mode as to the liquid crystal display device which has a reflecting function and a transmitting function.

SOLUTION: In this liquid crystal display device, a $\lambda/4$ plate 7 is arranged on the opposite surface on a substrate to the side where a counter electrode 4 is formed, a $\lambda/4$ plate 10 is arranged on the opposite surface on a substrate 1 to the side where a reflecting electrode 3 and a transparent electrode 8 are formed, and the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 10 is set to cross the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 7 at right angles. A polarizing plate 6 is provided on the opposite surface of the $\lambda/4$ plate 7 on the substrate 2, and a polarizing plate 9 is provided on the opposite surface of the $\lambda/4$ plate 10 on the substrate 1; and the transmission axis of the polarizing plate 6 is inclined at 45° with respect to the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 7, the transmission axis of the polarizing plate 9 is inclined at 45° with respect to the phase delay axis of the $\lambda/4$ plate 10, and the transmission axis of the polarizing plate 6 cross the transmission axis of the polarizing plate 9 at right angles.

6. 偏光板

7. $\lambda/4$ 板

2. 基板

4. 対向電極

5. LC層 (垂直配向)

3. 反射電極

8. 透明電極

1. 基板

10. $\lambda/4$ 板

9. 偏光板

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted

registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3410663

[Date of registration] 20.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] On the other hand, have the substrate and the another side substrate with which the counterelectrode was formed with which the field which has a reflex function and a transparency function was formed, and it sets to said liquid crystal display with which the liquid crystal layer was pinched between the substrate and said another side substrate on the other hand. The 1st polarization means formed in said field opposite to said liquid crystal layer of a substrate on the other hand, The 2nd polarization means formed in the field opposite to said liquid crystal layer of said another side substrate, The 1st phase contrast plate prepared between said 1st polarization means and said liquid crystal layers, The liquid crystal display characterized by having the 2nd phase contrast plate prepared between said 2nd polarization means and said liquid crystal layers, and for the transparency shaft of said 1st polarization means and the transparency shaft of said 2nd polarization means intersecting perpendicularly, and the lagging axis of said 1st phase contrast plate and the lagging axis of said 2nd phase contrast plate lying at right angles.

[Claim 2] The liquid crystal display according to claim 1 characterized by said liquid crystal layer being the perpendicular orientation liquid crystal ingredient which has a negative dielectric constant anisotropy.

[Claim 3] The liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by making said liquid crystal display into the display mode of a normally black.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

[0002]

[Description of the Prior Art] Since a liquid crystal display does not emit light itself unlike CRT (Braun tube) or EL (electroluminescence), the transparency mold liquid crystal display which installs a back light in the tooth back of a liquid crystal display component, and illuminates it is used. However, in the

portable information device with many opportunities to use outdoors and always carrying, in order that a back light may usually consume 50% or more of the total power consumption of a liquid crystal display, the reflective mold liquid crystal display which installs a reflecting plate instead of a back light, and displays only by the ambient light is also realized.

[0003] In order not to use a polarizing plate besides using a polarizing plate called TN (Twisted Nematic) mode and STN (super twisted nematic) mode which are widely used for the display mode used with a reflective mold liquid crystal display with the current transparency mold a type, development is performed briskly in recent years, for example, the phase transition mold guest host mode in which a bright display is realizable is also indicated by JP,4-75022,A.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since phase transition mold guest host mode displays using the light absorption of coloring matter in the liquid crystal layer which distributed a liquid crystal molecule and coloring matter, contrast cannot be taken enough, but compared with the liquid crystal display of the type using polarizing plates, such as TN (Twisted Nematic) mode and STN (super twisted nematic) mode, display grace gets remarkably bad. Moreover, in the case of the liquid crystal display of parallel orientation or twist orientation, the liquid crystal molecule near the core of a liquid crystal layer inclines perpendicularly to a substrate side at the time of electrical-potential-difference impression, but Since the liquid crystal molecule near an orientation film front face does not become perpendicular to a substrate even if it impresses an electrical potential difference, the rate of a birefringence of a liquid crystal layer is far from 0, in the case of the display mode which performs a black display at the time of electrical-potential-difference impression, cannot display sufficient black because of the birefringence of a liquid crystal layer, and cannot acquire sufficient contrast.

[0005] The liquid crystal display in TN mode and STN mode is also hard to be referred to as having display grace sufficient in respect of brightness or contrast by current, and improvement in display grace, such as the further raise in brightness and improvement in contrast, is called for. Moreover, when a surrounding light of a reflective mold liquid crystal display is dark, it has the fault that the reflected light used for a display falls and visibility falls extremely, and on the other hand, the transparency mold liquid crystal display had with this the problem to which the visibility under fine weather with a conversely very bright ambient light etc. falls. Therefore, although the indicating equipment which combined the transparency display and the reflective display is developed, there is a trouble that optical leakage occurs in a black display and sufficient black level is not obtained.

[0006]

[Means for Solving the Problem] On the other hand, invention according to claim 1 has the substrate and the another side substrate with which the counterelectrode was formed with which the field which has a reflex function and a transparency function was formed, and sets them to said liquid crystal display with which the liquid crystal layer was pinched between the substrate and said another side substrate on the other hand. The 1st polarization means formed in said field opposite to said liquid crystal layer of a substrate on the other hand, The 2nd polarization means formed in the field opposite to said liquid crystal layer of said another side substrate, The 1st phase contrast plate prepared between said 1st polarization means and said liquid crystal layers, It is characterized by having the 2nd phase contrast plate prepared between said 2nd polarization means and said liquid crystal layers, and for the transparency shaft of said 1st polarization means and the transparency shaft of said 2nd polarization means intersecting perpendicularly, and the lagging axis of said 1st phase contrast plate and the lagging axis of said 2nd phase contrast lying at right angles.

[0007] Invention according to claim 2 is characterized by said liquid crystal layer being the perpendicular orientation liquid crystal ingredient which has a negative dielectric constant anisotropy. Invention according to claim 3 is characterized by making said liquid crystal display into the display mode of a normally black.

[0008] The operation by this invention is explained below. According to the liquid crystal display of this

invention according to claim 1, since it depends on the wavelength of light strongly, the refractive index to both Tsunemitsu of the form birefringence ingredient which constitutes a phase contrast plate, and abnormality light depends on wavelength also for the phase lag accumulated within the phase contrast plate of specific thickness. That is, in order to give the phase lag (for example, $\lambda/4$) of a certain special value to the linearly polarized light side of incident light, only when incidence of the beam of light of the single wavelength which specified wavelength is carried out, it can attain completely. Therefore, with the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the form birefringence ingredient which constitutes a phase contrast plate, the light penetrated without being shaded with the polarization means by the side of outgoing radiation occurs, and coloring arises in a dark display in the wavelength region which cannot attain $\lambda/4$ of phase lags.

[0009] According to making the lagging axis of the 1st phase contrast plate and the 2nd phase contrast plate intersect perpendicularly, the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the 1st phase contrast plate can be offset with the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the 2nd phase contrast plate, and it comes to fill fixed phase contrast with this invention throughout the wavelength range of light. For this reason, coloring of a dark display is improvable.

[0010] Since the condition that the retardation of a liquid crystal layer is about 0 is realized by using for a liquid crystal layer the perpendicular orientation liquid crystal ingredient which has a negative dielectric constant anisotropy according to the liquid crystal display of this invention according to claim 2 and a dark condition becomes darker, contrast becomes high. For example, if parallel orientation liquid crystal is used for a liquid crystal layer, even if it is going to set the retardation of a liquid crystal layer to 0 by impressing an electrical potential difference and turning the major axis of a liquid crystal molecule to an electrode and a perpendicular direction, since a residual retardation occurs, the retardation of a liquid crystal layer will not be set to 0.

[0011] According to the liquid crystal display of this invention according to claim 3, according to a normally black (it is called Following NB), it hardly generates but change of the contrast ratio by cel gap change can take a certain amount of allowances over cel gap control at the point of productivity.

[0012] The applied voltage to the liquid-crystal layer which turns into a liquid-crystal layer in white to cel gap change by NB which performs a black display at the time of no electrical-potential-difference impressing, and performs a white display in a liquid-crystal layer at the time of electrical-potential-difference impression to the applied voltage to the liquid-crystal layer which becomes black to cel gap change in the normally white (it is called Following NW) which performs a white display at the time of no electrical-potential-difference impressing, and performs a black display at the time of electrical-potential-difference impression changing changes. Therefore, in NW, since a twist KONRASUTO ratio changes to cel gap change remarkably, highly precise cel gap control is needed for it. Moreover, in NW, since the point defect used as the luminescent spot serves as a sunspot in NB, the improvement in the rate of an excellent article on manufacture is expected, and a luminescent-spot free-lancer's high definition display panel can be realized. Also from these things, the direction of NB is excellent in the bottom of all environments as a display mode of an usable liquid crystal display compared with NW.

[0013]

[Embodiment of the Invention] (Operation gestalt 1) The configuration of the active-matrix substrate of the operation gestalt 1 is explained using drawing 1. The reflector 3 formed in the insulating substrates 1, such as a glass substrate, with the ingredient with high reflection factors, such as aluminum and Ta, and the transparent electrode 8 formed with the ingredient with high permeability, such as ITO, are formed. The counterelectrode 4 formed in the insulating substrates 2, such as a glass substrate, with the ingredient with high permeability, such as ITO, is formed, and the liquid crystal layer 5 which consists of a liquid crystal ingredient in which a negative dielectric anisotropy is shown between a reflector 3 and a transparent electrode 8, and a counterelectrode 4 is pinched.

[0014] The orientation film (not shown) of a perpendicular stacking tendency is formed in the field which touches the liquid crystal layer 5 of a reflector 3, a transparent electrode 8, and a counterelectrode 4,

respectively, and orientation processing of rubbing etc. is performed on one [at least] orientation film after spreading of the orientation film. It may replace with the orientation processing by rubbing, and orientation may be regulated in optical orientation, an electrode configuration, etc. Orientation of the liquid crystal molecule of the liquid crystal layer 5 is carried out in general by orientation processing of rubbing to the orientation film of a perpendicular stacking tendency etc. to the perpendicular direction of a substrate side with the tilt angle of 0 times or 0.1 degrees to about 5 times.

[0015] Here, although a reflector 3 is used as an electrode which impresses an electrical potential difference to a liquid crystal layer, a reflector 3 may be used as a reflecting plate, without using as an electrode. In that case, it is good also as an electrode which extends a transparent electrode 8 to the field of a reflecting plate, and impresses an electrical potential difference to the liquid crystal layer 5 for a transparent electrode 8 in a reflective field. As a liquid crystal ingredient of the liquid crystal layer 5, the liquid crystal ingredient which has $N_e=1.5546$ and the refractive-index anisotropy of $N_o=1.4773$ was used.

[0016] $\lambda/4$ plate 7 is arranged in the near opposite side in which the counterelectrode 4 of a substrate 2 was formed, $\lambda/4$ plate 10 is arranged in the near opposite side in which the reflector 3 and transparent electrode 8 of a substrate 1 were formed further, and the lagging axis of $\lambda/4$ plate 10 is set up so that it may intersect perpendicularly with the lagging axis of $\lambda/4$ plate 7.

[0017] A polarizing plate 6 is formed in the field of the opposite side, and the polarizing plate 9 is formed [substrate / 2 / of $\lambda/4$ plate 7] in the field of the opposite side in the substrate 1 of $\lambda/4$ plate 10, respectively. the transparency shaft of a polarizing plate 6 -- the lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 -- receiving -- the transparency shaft of 45 degrees and a polarizing plate 9 -- the lagging axis of $\lambda/4$ plate 10 -- receiving -- 45-degree ** -- pure -- like, the transparency shaft of a polarizing plate 6 is set up so that it may intersect perpendicularly to the transparency shaft of a polarizing plate 9. In this case, although the transparency shaft of a polarizing plate is set as 45 degrees to the lagging axis of $\lambda/4$ plate, the direction of +, the direction of -, or whichever is sufficient as the direction of that include angle.

[0018] Drawing 2 (a) shows the flat-surface schematic diagram of the active-matrix substrate of the liquid crystal display of the operation gestalt 1, and drawing 2 (b) shows the A-A sectional view of drawing 2 (a). The active-matrix substrate is equipped with the gate wiring 21, the data wiring 22, a driver element 23, the drain electrode 24, the auxiliary capacity electrode 25, gate dielectric film 26, the insulating substrate 27, the contact hole 28, the interlayer insulation film 29, the picture element electrode 30 for reflection, and the picture element electrode 31 for transparency.

[0019] It connects as electrically as the drain electrode 24, and the auxiliary capacity electrode 25 is superimposed on the gate wiring 21 through gate dielectric film 26, and forms auxiliary capacity. The contact hole 28 is established in the interlayer insulation film 29, in order to connect the picture element electrode 31 for transparency, and the auxiliary capacity electrode 25.

[0020] This active-matrix substrate is equipped with the picture element electrode 30 for reflection, and the picture element electrode 31 for transparency into one picture element, and forms picture element electrode 30 part for reflection which reflects the light from the outside into one picture element, and picture element electrode 31 part for transparency which penetrates the light of a back light.

[0021] Here, although the shape of surface type of the picture element electrode 30 for reflection is illustrated as a flat surface in drawing 2 (b), in order to improve a reflection property, the shape of surface type may be made into irregularity. Moreover, although the picture element electrode is divided into the picture element electrode 30 for reflection, and the picture element electrode 31 for transparency, a transfective electrode may be used, without dividing.

[0022] The transparency condition of the light of the reflective mode in the liquid crystal display of the operation gestalt 1 and the transparent mode is explained using drawing 3 and drawing 4. Drawing 3 shows the case (reflective mode) where it displays using a reflector, drawing 3 (a) shows the case where it is the dark display to which the electrical potential difference is not impressed to the perpendicular

orientation liquid crystal layer, and drawing 3 (b) shows the case where it is the white display by which the electrical potential difference was impressed to the perpendicular orientation liquid crystal layer. Moreover, drawing 4 shows the case (transparent mode) where it displays using a transparency electrode, drawing 4 (a) shows the case where it is the dark display to which the electrical potential difference is not impressed to the perpendicular orientation liquid crystal layer, and drawing 4 (b) shows the case where it is the white display by which the electrical potential difference was impressed to the perpendicular orientation liquid crystal layer.

[0023] Drawing 3 (a) explains the dark display in reflective mode. The incident light which went into polarizing plate 6 front face from the drawing 3 (a) bottom turns into the linearly polarized light whose polarization shaft corresponded with the transparency shaft of a polarizing plate, after passing along a polarizing plate 6, and incidence is carried out to $\lambda/4$ plate 7. $\lambda/4$ plate 7 is arranged so that the transparency shaft orientations of a polarizing plate 6 and the direction of a lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 may become 45 degrees, and the light which passed $\lambda/4$ plate 7 turns into the circular polarization of light.

[0024] When electric field are not being impressed to the liquid crystal layer 5, the liquid crystal layers 5 using the liquid crystal ingredient in which a negative dielectric anisotropy is shown of the refractive-index anisotropy of the liquid crystal layer 5 to the light in which the liquid crystal molecule is carrying out orientation almost perpendicularly from the substrate side and which carries out incidence are very few, and the phase contrast produced when light penetrates the liquid crystal layer 5 is about 0. Therefore, the beam of light of the circular polarization of light which passed $\lambda/4$ plate 7 penetrates the liquid crystal layer 5, without hardly breaking down the circular polarization of light, and is reflected with the reflector 3 on one substrate 1.

[0025] The reflected light turns into the circular polarization of light which the hand of cut reversed, and turns into the linearly polarized light which passes $\lambda/4$ plate 7 and intersects perpendicularly with the time of incidence, and incidence is carried out to a polarizing plate 6. The linearly polarized light which passed $\lambda/4$ plate 7 is the linearly polarized light of the direction which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6, is absorbed with a polarizing plate 6 and penetrated. Thus, it becomes a dark display when not impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 5.

[0026] Next, drawing 3 (b) explains the white display in reflective mode. Drawing 3 (b) is the case where an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 5, is the same as that of drawing 3 (a), and omits explanation until it passes $\lambda/4$ plate 7.

[0027] If an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 5, the circular polarization of light from $\lambda/4$ plate 7 which the liquid crystal molecule which was carrying out orientation perpendicularly from the substrate side inclined to the substrate side and the horizontal direction a little, and carried out incidence to the liquid crystal layer 5 It becomes elliptically polarized light by the birefringence of a liquid crystal molecule, after being reflected with a reflector 3, it is further influenced of the birefringence of a liquid crystal molecule in the liquid crystal layer 5, after passing $\lambda/4$ plate 7, it does not become the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6, but a polarizing plate 6 is passed a little. In this way, by adjusting the electrical potential difference impressed to a liquid crystal layer, after reflecting, the quantity of light which can penetrate a polarizing plate 6 can be adjusted, and a gradation display is attained.

[0028] Moreover, if the orientation condition of a liquid crystal molecule is changed so that an electrical potential difference may be impressed to the liquid crystal layer 5 from a reflector 3 and a counterelectrode 4 and the phase contrast of the liquid crystal layer 5 may become quarter-wave length conditions The circular polarization of light after passing $\lambda/4$ plate 7 turns into the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6 when the liquid crystal layer 5 is passed and a reflector 3 is reached. After passing the liquid crystal layer 5

again and becoming the circular polarization of light, $\lambda/4$ plate 7 is passed, and it becomes the linearly polarized light parallel to the transparency shaft of a polarizing plate 6, and the reflected light which passes a polarizing plate 6 becomes max.

[0029] It is the linearly polarized light of the direction where the light reflected with the reflector 3 is illustrating on the retardation conditions of the liquid crystal layer 5 which penetrates a polarizing plate 6 most, and intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6 on a reflector 3 at drawing 3 (b). Therefore, when an electrical potential difference is not impressed to the liquid crystal layer 5, if most birefringences cannot be found in the liquid crystal layer 5, a dark display is obtained and an electrical potential difference is impressed by the liquid crystal layer 5, with the applied voltage, the permeability of light will change and a gradation display will be attained.

[0030] Drawing 4 (a) explains the dark display of the transparent mode. The light in which outgoing radiation was carried out by the light source (not shown) turns into the linearly polarized light which was in agreement with the transparency shaft of a polarizing plate 9 from the drawing 4 (a) bottom after passing a polarizing plate 9. $\lambda/4$ plate 10 is arranged so that the direction of a lagging axis of $\lambda/4$ plate 10 and the transparency shaft orientations of a polarizing plate 9 may become 45 degrees, and the light which passed $\lambda/4$ plate 10 turns into the circular polarization of light.

[0031] When not impressing electric field to the liquid crystal layer 5, the liquid crystal layers 5 using the liquid crystal ingredient in which a negative dielectric anisotropy is shown of the refractive-index anisotropy of the liquid crystal layer 5 to the light in which the liquid crystal molecule is carrying out orientation almost perpendicularly from the substrate side and which carries out incidence are very few, and the phase contrast produced when light passes the liquid crystal layer 5 is about 0. Therefore, the circular polarization of light by which outgoing radiation is carried out from $\lambda/4$ plate 10 passes the liquid crystal layer 5, without breaking down the circular polarization of light, and it carries out incidence to $\lambda/4$ plate 7.

[0032] The direction of a lagging axis of $\lambda/4$ plate 10 and the direction of a lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 lie at right angles, the circular polarization of light which carried out incidence to $\lambda/4$ plate 7 turns into the linearly polarized light of the direction which intersects perpendicularly with the transparency shaft orientations of a polarizing plate 9, and incidence is carried out to a polarizing plate 6. The linearly polarized light by which outgoing radiation was carried out from $\lambda/4$ plate 7 is the linearly polarized light of the direction which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6, it is absorbed with a polarizing plate 6 and light does not penetrate. Thus, it becomes a dark display when not impressing an electrical potential difference to the liquid crystal layer 5. Next, drawing 4 (b) explains the clear display of the transparent mode. Drawing 4 (b) is the case where an electrical potential difference is impressed to a liquid crystal layer, is the same as that of drawing 3 (a), and omits explanation until light passes $\lambda/4$ plate 10.

[0033] If an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 5, the liquid crystal molecule which was carrying out orientation perpendicularly from the substrate side inclines to a substrate side and a horizontal direction a little, and the circular polarization of light from $\lambda/4$ plate 10 which carried out incidence to the liquid crystal layer 5 turns into elliptically polarized light by the birefringence of a liquid crystal molecule, after it passes $\lambda/4$ plate 7, it will not turn into the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6, but will pass a polarizing plate 6 a little. In this way, by adjusting the electrical potential difference impressed to a liquid crystal layer, after reflecting, the quantity of light which penetrates a polarizing plate 6 can be adjusted, and a gradation display is attained.

[0034] Moreover, an electrical potential difference is impressed to the liquid crystal layer 5, and it becomes the linearly polarized light at the point of the one half of the cell thickness of the liquid crystal layer 5, and the circular polarization of light if the orientation condition of a liquid crystal molecule is changed so that the phase contrast of the liquid crystal layer 5 may become $1/2$ -wave conditions, after passing $\lambda/4$ plate 7 will turn into the circular polarization of light, if the remaining liquid crystal

layers 5 are passed. The circular polarization of light by which outgoing radiation is carried out from the liquid crystal layer 5 will turn into the linearly polarized light parallel to the transparency shaft of a polarizing plate 6, if $\lambda/4$ plate 7 is passed, and the reflected light which passes a polarizing plate 6 becomes max.

[0035] In drawing 3 (b), the light which passed the polarizing plate 9 is illustrating on the retardation conditions of the liquid crystal layer 5 which penetrates a polarizing plate 6 most. Therefore, when the electrical potential difference is not impressed to the liquid crystal layer 5, if most birefringences cannot be found in the liquid crystal layer 5, a dark display is obtained and an electrical potential difference is impressed by the liquid crystal layer 5, with the applied voltage, the permeability of light will change and a gradation display will be attained.

[0036] Drawing 5 is drawing showing the wavelength of the light at the time of a black display, and the relation of permeability, when the lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 which is the configuration of this operation gestalt, and $\lambda/4$ plate 10 has been arranged to the rectangular cross, and when the lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 and $\lambda/4$ plate 10 has been arranged in parallel as an example of a comparison. With this operation gestalt, according to making the lagging axis of a phase contrast plate intersect perpendicularly, the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of a phase contrast plate can be offset, it comes to fulfill fixed phase contrast throughout the wavelength range of light, and coloring of a dark display can be improved.

[0037] The phase contrast of the liquid crystal layer 5 from which a reflection factor serves as max with the bright state in reflective mode is $\lambda/4$ here. From it being $\lambda/2$, the phase contrast of the liquid crystal layer 5 from which permeability serves as max with the bright state of the transparent mode When the thickness of the liquid crystal layer of the field used as reflective mode and the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode is equal Phase contrast of $\lambda/2$ for the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field using the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field used as reflective mode as $\lambda/4$ and the transparent mode cannot be fulfilled to coincidence.

[0038] That is, when performing a gradation display because the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field used as reflective mode changes to $\lambda/4$ from 0, in order that the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field used as the transparent mode may also change only from 0 to $\lambda/4$, the transparent mode cannot use light efficiently.

[0039] Therefore, reflective mode and the transparent mode can use light efficiently by changing the electrical potential difference impressed to the liquid crystal layer of the field which changes the thickness of the liquid crystal layer of the field used as reflective mode, and the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode, or is used as reflective mode, and the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode. If it is made into twice the thickness of the liquid crystal layer of a field using the thickness of the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode as reflective mode in case the thickness of the liquid crystal layer of the field used as reflective mode and the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode is changed here The phase contrast of $\lambda/2$ for the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field using the phase contrast of the liquid crystal layer 5 of a field used as reflective mode as $\lambda/4$ and the transparent mode can be fulfilled to coincidence. Moreover, even if it does not make it into twice the thickness of the liquid crystal layer of a field using the thickness of the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode as reflective mode The use effectiveness of light improves by making it larger than the thickness of the liquid crystal layer of a field using the thickness of the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode as reflective mode in the range which does not exceed the twice of the thickness of the liquid crystal layer of a field using the thickness of the liquid crystal layer of a field used as the transparent mode as reflective mode.

[0040] Here, since it depends on wavelength strongly, the refractive index to both Tsunemitsu of the form birefringence ingredient which constitutes $\lambda/4$ plates 7 and 10, and abnormality light depends on wavelength also for the phase lag accumulated within the wavelength plate of specific thickness. That is, in order to give $\lambda/4$ of phase lags to the linearly polarized light side of incident light, only when

incidence of the beam of light of the single wavelength which specified wavelength is carried out, it can attain completely. Therefore, although the light penetrated without being shaded with a polarizing plate 6 in the wavelength region which cannot attain $\lambda/4$ of phase lags occurs and coloring arises in a dark display with the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the form birefringence ingredient which constitutes $\lambda/4$ plates 7 and 10. The transparency shaft of a polarizing plate 6 is setting up so that it may intersect perpendicularly to the transparency shaft of a polarizing plate 9 so that the lagging axis of $\lambda/4$ plate 7 and the lagging axis of $\lambda/4$ plate 10 may cross at right angles. In the transparent mode, the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of $\lambda/4$ plate 10 can be offset with the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of $\lambda/4$ plate 7, and it comes to fulfill $\lambda/4$ conditions throughout a wavelength range. For this reason, coloring of a dark display is improvable.

[0041] Furthermore, in order to make the viewing-angle property of the liquid crystal layer 5 improve, a good display is realized in the large viewing-angle range by making between a polarizing plate 6 and the liquid crystal layers 5, a polarizing plate 9, and another phase contrast plate at least to one side between the liquid crystal layers 5 install.

[0042] Moreover, although perpendicular stacking tendency liquid crystal is used for the liquid crystal layer 5 with the operation gestalt 1, since a retardation is not completely set to 0 in the liquid crystal layer 5 in the time of no electrical-potential-difference impressing when the orientation of the liquid crystal molecule near the substrate front face has a certain amount of tilt angle to the perpendicular direction of a substrate side, if $\lambda/4$ plate 7 is replaced with and the retardation of a phase contrast plate is adjusted in order to compensate the part, a better dark display will be obtained.

[0043] What is necessary is to replace with $\lambda/4$ plate 7, and just to arrange a phase contrast plate with the retardation of $(\lambda/4 - \alpha)$ in reflective mode, in the liquid crystal layer in the condition that the liquid crystal molecule has turned to the perpendicular direction of a substrate side in general, when the retardation of α remains.

[0044] In reflective mode, the elliptically polarized light [circular polarization of light] shifted by the retardation in which the liquid crystal layer remains carries out incidence to a liquid crystal layer. A liquid crystal layer is passed and it becomes the circular polarization of light which turned into the circular polarization of light, reflected in the field which has a reflex function, and the hand of cut reversed. When passing a liquid crystal layer and carrying out outgoing radiation from a liquid crystal layer, it becomes the elliptically polarized light [circular polarization of light] shifted. The elliptically polarized light at this time has a phase in the condition of having shifted 90 degrees, at the time of incidence. If a phase contrast plate is passed, it will become the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6.

[0045] When reflective mold displaying becomes main when the picture element electrode for reflection is larger than the picture element electrode for transparency, even when $\lambda/4$ plate 10 used for the display of the transparent mode remains as it is, it is good. Therefore, even when the retardation which remains in the liquid crystal layer in the condition that the liquid crystal molecule has turned to the perpendicular direction of a substrate side cannot be disregarded, the high display of contrast can be realized in reflective mode by arranging the phase contrast plate in consideration of the retardation.

[0046] Furthermore, what is necessary is just to arrange a phase contrast plate with the retardation replaced with $\lambda/4$ plate 7 ($\lambda/4 - \alpha$), and a phase contrast plate with the retardation replaced with $\lambda/4$ plate 10 ($\lambda/4 - (\beta - \alpha)$), when the retardation of β remains in α in reflective mode and remains in the transparent mode in the liquid crystal layer.

[0047] In the transparent mode which displays by the transmitted light of a field which has a transparency function In the condition that the liquid crystal molecule has turned to the perpendicular direction of a substrate side The phase contrast plate which has the retardation of the above ($\lambda/4 - (\beta - \alpha)$) so that it may become the outgoing radiation light in reflective mode and the elliptically polarized light of the same condition, when outgoing radiation of the liquid crystal layer is carried out is

set up. Since elliptically polarized light with the phase contrast carries out incidence to a phase contrast plate with the retardation of the above ($\lambda/4 - \alpha$), when a phase contrast plate with the retardation of the above ($\lambda/4 - \alpha$) is passed, it becomes the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the transparency shaft of a polarizing plate 6, and becomes little dark display of optical leakage.

[0048] Therefore, even when the retardation which remains in the liquid crystal layer in the condition that the liquid crystal molecule has turned to the perpendicular direction of a substrate side cannot be disregarded, the high display of contrast can be realized in reflective mode by arranging the phase contrast plate in consideration of the retardation.

[0049] Moreover, although perpendicular stacking tendency liquid crystal is used for the liquid crystal layer 5 with the operation gestalt 1, even if it uses parallel stacking tendency liquid crystal, it can express as the same principle. However, if parallel stacking tendency liquid crystal is used, along with electrical-potential-difference impression, the retardation of the liquid crystal layer 5 will become small, but also in the condition that liquid crystal molecules other than near the substrate have turned to the perpendicular direction of a substrate side in general at the time of electrical-potential-difference impression, the residual retardation by the liquid crystal molecule near the substrate produces the liquid crystal molecule near the substrate in order to hardly move by electric field. Therefore, if parallel stacking tendency liquid crystal is used rather than the case where perpendicular stacking tendency liquid crystal is used, an optical leak occurs at the time of an influenced part of a residual retardation, and a dark display, black level will float and a contrast fall will occur. Therefore, in order to display the same black level as perpendicular stacking tendency liquid crystal using parallel stacking tendency liquid crystal, there is the need of carrying out orientation of the liquid crystal molecule to a vertical substrate, or adding a phase contrast plate so that a residual retardation may be compensated and the residual retardation by the liquid crystal molecule near each vertical substrate may be negated.

[0050]

[Effect of the Invention] According to invention of claim 1, by making the lagging axis of the 1st phase contrast plate and the 2nd phase contrast plate intersect perpendicularly In the liquid crystal display which can offset the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the 1st phase contrast plate with the wavelength dependency of the refractive-index anisotropy of the 2nd phase contrast plate, comes to fulfill $\lambda/4$ conditions throughout the wavelength range of light, and has a reflex function and a transparency function Coloring of a dark display is improvable also by the transparent mode.

[0051] Since the condition that the retardation of a liquid crystal layer is about 0 is realized by using for a liquid crystal layer the perpendicular orientation liquid crystal ingredient which has a negative dielectric constant anisotropy according to invention of claim 2 and a dark condition becomes darker, contrast becomes high.

[0052] According to invention of claim 3, according to a normally black (it is called Following NB), it hardly generates but change of the contrast ratio by cel gap change can take a certain amount of allowances over cel gap control at the point of productivity.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross section of the liquid crystal display of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 2] It is the top view of the liquid crystal display of the operation gestalt 1 of this invention, and the operation gestalt 2.

[Drawing 3] It is drawing showing the transparency condition of the light in the reflective field of the liquid crystal display of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the transparency condition of the light in the transparency field of the liquid crystal display of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the wavelength of the light when performing a black display, and the relation of permeability.

[Description of Notations]

1 Two Substrate

3 Reflector

4 Counterelectrode

5 Liquid Crystal Layer

6 Nine Polarizing plate

7 Ten $\lambda/4$ plate

8 Transparent Electrode

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-29010

(P2000-29010A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマート (参考)

G 0 2 F 1/1335
1/137

G 0 2 F 1/1335
1/137

2 H 0 8 8
2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-198459

(22) 出願日 平成10年7月14日 (1998.7.14)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 久保 真澄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 鳴瀬 陽三

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 透過表示と反射表示を組み合わせた表示装置において、黒表示の場合に光漏れが発生し十分な黒レベルが得られない問題点を解消する。

【解決手段】 基板2の対向電極4が形成された側の反対面にλ/4板7が配置され、さらに基板1の反射電極3及び透明電極8が形成された側の反対面にλ/4板10が配置され、λ/4板10の遅相軸はλ/4板7の遅相軸と直交するように設定されている。λ/4板7の基板2とは反対側の面に偏光板6が、λ/4板10の基板1とは反対側の面に偏光板9がそれぞれ設けられており、偏光板6の透過軸はλ/4板7の遅相軸に対して45度、偏光板9の透過軸はλ/4板10の遅相軸に対して45度傾むくように、また偏光板6の透過軸は偏光板9の透過軸に対して直交するように設定されている。

6. 偏光板

7. λ/4板

2. 基板

4. 対向電極

5. LC層 (垂直配向)

3. 反射電極

8. 透明電極

1. 基板

10. λ/4板

9. 偏光板

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 反射機能と透過機能とを有する領域が形成された一方基板と対向電極が形成された他方基板を有し、前記一方基板と前記他方基板の間に液晶層が挟持された液晶表示装置において、

前記一方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第1の偏光手段と、前記他方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第2の偏光手段と、前記第1の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第1の位相差板と、前記第2の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第2の位相差板を有し、

前記第1の偏光手段の透過軸と前記第2の偏光手段の透過軸が直交し、かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差板の遅相軸とが直交していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶層が負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶表示装置をノーマリブラックの表示モードとすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【0002】

【従来の技術】液晶ディスプレイは、CRT（ブラウン管）やEL（エレクトロルミネッセンス）とは異なり自らは発光しないため、バックライトを液晶表示素子の背面に設置して照明する透過型液晶表示装置が用いられている。しかしながら、バックライトは通常液晶ディスプレイの全消費電力のうち50%以上を消費するため、戸外や常時携帯して使用する機会が多い携帯情報機器ではバックライトの代わりに反射板を設置し、周囲光のみで表示を行う反射型液晶表示装置も実現されている。

【0003】反射型液晶表示装置で用いられる表示モードには、現在透過型で広く用いられているTN（ツイステッドネマティック）モード、STN（スーパーツイステッドネマティック）モードといった偏光板を利用するタイプの他、偏光板を用いないために明るい表示が実現できる相転移型ゲストホストモードも近年盛んに開発が行われており、例えば特開平4-75022号公報に開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、相転移型ゲストホストモードは、液晶分子と色素を分散させた液晶層において色素の光吸収を用いて表示を行なうためコントラストが十分とれず、TN（ツイステッドネマティック）モード及びSTN（スーパーツイステッドネマティック）モードといった偏光板を利用するタイプの液晶表示装置に比べて表示品位は著しく悪くなる。また、

2

平行配向若しくはツイスト配向の液晶表示装置の場合には、液晶層の中心付近の液晶分子は電圧印加時に基板面に対して垂直方向に傾くが、配向膜表面付近の液晶分子は電圧を印加しても基板に対して垂直にならないため液晶層の複屈折率は0には程遠く、電圧印加時に黒表示を行う表示モードの場合、液晶層の複屈折のため十分な黒が表示できず、十分なコントラストを得ることができない。

【0005】TNモード及びSTNモードの液晶表示装置も現在では輝度やコントラストの点で十分な表示品位を有するとは言い難く、更なる高輝度化及びコントラストの向上等の表示品位の向上が求められている。また、反射型液晶表示装置は、周囲の光が暗い場合に表示に用いる反射光が低下し視認性が極端に低下するという欠点を有し、一方透過型液晶表示装置はこれとは逆に周囲光が非常に明るい晴天下等での視認性が低下する問題があった。従って、透過表示と反射表示を組み合わせた表示装置が開発されているが、黒表示の場合に光漏れが発生し十分な黒レベルが得られない問題点がある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、反射機能と透過機能とを有する領域が形成された一方基板と対向電極が形成された他方基板を有し、前記一方基板と前記他方基板の間に液晶層が挟持された液晶表示装置において、前記一方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第1の偏光手段と、前記他方基板の前記液晶層とは反対の面に設けられた第2の偏光手段と、前記第1の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第1の位相差板と、前記第2の偏光手段と前記液晶層との間に設けられた第2の位相差板を有し、前記第1の偏光手段の透過軸と前記第2の偏光手段の透過軸が直交し、かつ、前記第1の位相差板の遅相軸と前記第2の位相差の遅相軸とが直交していることを特徴とする。

【0007】請求項2に記載の発明は、前記液晶層が負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料であることを特徴とする。請求項3に記載の発明は、前記液晶表示装置をノーマリブラックの表示モードとすることを特徴とする。

【0008】以下に本発明による作用について説明する。本発明の請求項1に記載の液晶表示装置によれば、位相差板を構成する複屈折性材料の常光及び異常光の両者に対する屈折率は光の波長に強く依存しているため、特定の厚さの位相差板内で蓄積された位相遅れもまた波長に依存する。つまり、ある特別の値の位相遅れ（例えば $\lambda/4$ ）を入射光の直線偏光面に与えるには、波長を特定した単波長の光線を入射させた場合のみに完全に達成できる。よって、位相差板を構成する複屈折性材料の屈折率異方性の波長依存性により、 $\lambda/4$ の位相遅れが達成できない波長域では、出射側の偏光手段で遮光されずに透過する光が発生し、暗表示に色づきが生じる。

(3)

3

【0009】本発明では、第1の位相差板と第2の位相差板の遅相軸を直交させることで、第1の位相差板の屈折率異方性の波長依存性を、第2の位相差板の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、光の波長帯全域で一定の位相差を満たすようになる。このため暗表示の色づきを改善できる。

【0010】本発明の請求項2に記載の液晶表示装置によれば、液晶層に負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料を用いることで、液晶層のリターデーションがほぼ0である状態が実現されるので、暗状態がより暗くなるので、コントラストが高くなる。例えば、液晶層に平行配向液晶を用いると、電圧を印加して液晶分子の長軸を電極と垂直方向に向けることで液晶層のリターデーションを0にしようとしても、残留リターデーションが発生するため液晶層のリターデーションは0にはならない。

【0011】本発明の請求項3に記載の液晶表示装置によれば、ノーマリブラック（以下NBという）ではセルギャップ変化によるコントラスト比の変化はほとんど発生せず、生産性の面でセルギャップ制御に対するある程度の余裕がとれる。

【0012】液晶層に電圧無印加時に白表示を、電圧印加時に黒表示を行なうノーマリホワイト（以下NWという）ではセルギャップ変化に対して黒になる液晶層への印加電圧が変化するので、液晶層に電圧無印加時に黒表示を、電圧印加時に白表示を行なうNBではセルギャップ変化に対して白になる液晶層への印加電圧が変化する。そのため、NWではセルギャップ変化によりコントラスト比が著しく変化するため、高精度のセルギャップ制御が必要となる。また、NWでは輝点となっていた点欠陥が、NBでは黒点となるため、製造上の良品率向上が見込まれ、輝点フリーの高品位表示パネルが実現できる。これらのことから、NWに比べてNBの方があらゆる環境下で使用可能な液晶表示装置の表示モードとして優れている。

【0013】

【発明の実施の形態】（実施形態1）実施形態1のアクティブマトリクス基板の構成について、図1を用いて説明する。ガラス基板等の絶縁性の基板1にA1、Ta等の反射率の高い材料で形成された反射電極3とITO等の透過率の高い材料で形成された透明電極8とが設けられ、ガラス基板等の絶縁性の基板2にITO等の透過率の高い材料で形成された対向電極4が設けられ、反射電極3及び透明電極8と対向電極4との間に負の誘電異方性を示す液晶材料からなる液晶層5が挟持されている。

【0014】反射電極3、透明電極8及び対向電極4の液晶層5と接する面にはそれぞれ垂直配向性の配向膜（図示せず）が形成されており、配向膜の塗布後、少なくとも一方の配向膜にラビング等の配向処理を行なっている。ラビングによる配向処理に代えて、光配向や電極形状等で配向を規制しても良い。液晶層5の液晶分子

4

は、垂直配向性の配向膜に対するラビング等の配向処理により、基板面の垂直方向に対して、概ね0度または0.1度から5度程度のティルト角を持って配向される。

【0015】ここで、反射電極3は液晶層に電圧を印加する電極として用いられるが、反射電極3を電極として使わずに反射板として用いてもよい。その場合、透明電極8を反射板の領域まで延ばして、透明電極8を反射領域で液晶層5に電圧を印加する電極としても良い。液晶層5の液晶材料として、 $N_e = 1.5546$ 、 $N_o = 1.4773$ の屈折率異方性を有する液晶材料を用いた。

【0016】基板2の対向電極4が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板7が配置され、さらに基板1の反射電極3及び透明電極8が形成された側の反対面に $\lambda/4$ 板10が配置され、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸と直交するように設定されている。

【0017】 $\lambda/4$ 板7の基板2とは反対側の面に偏光板6が、 $\lambda/4$ 板10の基板1とは反対側の面に偏光板9がそれぞれ設けられており、偏光板6の透過軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸に対して45度、偏光板9の透過軸は $\lambda/4$ 板10の遅相軸に対して45度傾むくように、また偏光板6の透過軸は偏光板9の透過軸に対して直交するように設定されている。この場合、偏光板の透過軸は $\lambda/4$ 板の遅相軸に対し45度に設定されているが、その角度の方向は+方向でも-方向でもどちらでもよい。

【0018】図2(a)は実施形態1の液晶表示装置のアクティブマトリクス基板の平面概略図を示し、図2(b)は図2(a)のA-A断面図を示す。アクティブマトリクス基板は、ゲート配線21、データ配線22、駆動素子23、ドレイン電極24、補助容量電極25、ゲート絶縁膜26、絶縁性基板27、コンタクトホール28、層間絶縁膜29、反射用絵素電極30と透過用絵素電極31を備えている。

【0019】補助容量電極25は、ドレイン電極24と電気的に接続されており、ゲート絶縁膜26を介してゲート配線21と重畳し補助容量を形成している。コンタクトホール28は、透過用絵素電極31と補助容量電極25を接続するために層間絶縁膜29に設けられている。

【0020】このアクティブマトリクス基板は一つの絵素の中に反射用絵素電極30と透過用絵素電極31を備えており、一つの絵素の中に外部からの光を反射する反射用絵素電極30部分とバックライトの光を透過する透過用絵素電極31部分を形成している。

【0021】ここで、図2(b)では反射用絵素電極30の表面形状を平面として図示しているが、反射特性を向上するために表面形状を凹凸にしても良い。また、絵素電極を反射用絵素電極30と透過用絵素電極31に分割しているが、分割せずに半透過電極を用いても良い。

(4)

5

【0022】図3、図4を用いて実施形態1の液晶表示装置における反射モード及び透過モードの光の透過状態を説明する。図3は反射電極を用いて表示を行う場合

(反射モード)を示し、図3(a)は垂直配向液晶層に電圧が印加されていない暗表示の場合を示し、図3

(b)は垂直配向液晶層に電圧が印加された白表示の場合を示している。また、図4は透過電極を用いて表示を行う場合(透過モード)を示し、図4(a)は垂直配向液晶層に電圧が印加されていない暗表示の場合を示し、図4(b)は垂直配向液晶層に電圧が印加された白表示の場合を示している。

【0023】図3(a)によって反射モードの暗表示を説明する。図3(a)の上側から偏光板6表面に入った入射光は、偏光板6を通った後偏光軸が偏光板の透過軸に一致した直線偏光となり、 $\lambda/4$ 板7に入射される。 $\lambda/4$ 板7は、偏光板6の透過軸方向と $\lambda/4$ 板7の遅相軸方向が45度になるように配置されており、 $\lambda/4$ 板7を通過した光は円偏光になる。

【0024】液晶層5に電界を印加していない場合は、負の誘電異方性を示す液晶材料を用いた液晶層5は液晶分子が基板面からほぼ垂直に配向しており、入射する光に対する液晶層5の屈折率異方性は極わずかであり、光が液晶層5を透過することによって生じる位相差はほぼ0である。従って、 $\lambda/4$ 板7を通過した円偏光の光線は、円偏光をほとんど崩さずに液晶層5を透過し、一方の基板1上にある反射電極3にて反射される。

【0025】反射された光は回転方向が逆転した円偏光となり、 $\lambda/4$ 板7を通過して入射時と直交する直線偏光となり、偏光板6に入射される。 $\lambda/4$ 板7を通過した直線偏光は、偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光であり、偏光板6で吸収され透過しない。この様に、液晶層5に電圧を印加しない場合は暗表示となる。

【0026】次に図3(b)によって反射モードの白表示を説明する。図3(b)は、液晶層5に電圧を印加する場合であり、 $\lambda/4$ 板7を通過するまでは図3(a)と同一であり説明は省略する。

【0027】液晶層5に電圧を印加すると、基板面から垂直方向に配向していた液晶分子は基板面と水平方向に幾分傾き、液晶層5に入射した $\lambda/4$ 板7からの円偏光は、液晶分子の複屈折により楕円偏光になり、反射電極3で反射された後さらに液晶層5で液晶分子の複屈折の影響を受け、 $\lambda/4$ 板7を通過した後は偏光板6の透過軸と直交する直線偏光にはならず、偏光板6を幾分通過する。こうして、液晶層に印加される電圧を調整することで、反射した後に偏光板6を透過できる光量を調節することができ、階調表示が可能になる。

【0028】また、反射電極3と対向電極4から液晶層5に電圧を印加し、液晶層5の位相差が $1/4$ 波長条件になるように液晶分子の配向状態を変化させると、 $\lambda/4$ 板7を通過した後の円偏光は液晶層5を通過して反射

6

電極3に達したときに偏光板6の透過軸と直交する直線偏光になり、再び液晶層5を通過して円偏光になった後に $\lambda/4$ 板7を通過し、偏光板6の透過軸と平行な直線偏光になり、偏光板6を通過する反射光は最大になる。

【0029】図3(b)には、反射電極3で反射された光が最も偏光板6を透過する液晶層5のリタデーション条件で図示しており、反射電極3上で偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光となっている。従って、液晶層5に電圧が印加されないときは、液晶層5に複屈折はほとんど無く暗表示が得られ、液晶層5に電圧が印加するとその印加電圧によって光の透過率が変化し階調表示が可能になる。

【0030】図4(a)によって透過モードの暗表示を説明する。図4(a)の下側から光源(図示せず)によって出射された光は偏光板9を通過後、偏光板9の透過軸に一致した直線偏光になる。 $\lambda/4$ 板10は、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸方向と偏光板9の透過軸方向が45度になるように配置されており、 $\lambda/4$ 板10を通過した光は円偏光になる。

【0031】液晶層5に電界を印加しない場合は、負の誘電異方性を示す液晶材料を用いた液晶層5は液晶分子が基板面からほぼ垂直に配向しており、入射する光に対する液晶層5の屈折率異方性は極わずかであり、光が液晶層5を透過することによって生じる位相差はほぼ0である。従って、 $\lambda/4$ 板10から出射される円偏光は、円偏光を崩さずに液晶層5を通過し、 $\lambda/4$ 板7に入射する。

【0032】 $\lambda/4$ 板10の遅相軸方向と $\lambda/4$ 板7の遅相軸方向は直交しており、 $\lambda/4$ 板7に入射した円偏光は、偏光板9の透過軸方向と直交する方向の直線偏光になり、偏光板6に入射される。 $\lambda/4$ 板7から出射された直線偏光は、偏光板6の透過軸と直交する方向の直線偏光であり、偏光板6で吸収され光は透過しない。この様に、液晶層5に電圧を印加しない場合は暗表示になる。次に図4(b)によって透過モードの明表示を説明する。図4(b)は液晶層に電圧を印加する場合であり $\lambda/4$ 板10を光が通過するまでは図3(a)と同一であり説明は省略する。

【0033】液晶層5に電圧を印加すると、基板面から垂直方向に配向していた液晶分子は基板面と水平方向に幾分傾き、液晶層5に入射した $\lambda/4$ 板10からの円偏光は、液晶分子の複屈折により楕円偏光になり、 $\lambda/4$ 板7を通過した後は偏光板6の透過軸と直交する直線偏光にはならず、偏光板6を幾分通過する。こうして、液晶層に印加される電圧を調整することで、反射した後に偏光板6を透過する光量を調節することができ、階調表示が可能になる。

【0034】また、液晶層5に電圧を印加し、液晶層5の位相差が $1/2$ 波長条件になるように液晶分子の配向状態を変化させると、 $\lambda/4$ 板7を通過した後の円偏光

(5)

7

は液晶層5のセル厚の半分の地点で直線偏光になり、残りの液晶層5を通過すると円偏光になる。液晶層5から出射される円偏光は $\lambda/4$ 板7を通過すると、偏光板6の透過軸と平行な直線偏光になり、偏光板6を通過する反射光は最大になる。

【0035】図3(b)には、偏光板9を通過した光が最も偏光板6を透過する液晶層5のリタレーション条件で図示している。従って、液晶層5に電圧が印加されていないときは、液晶層5に複屈折はほとんど無く暗表示が得られ、液晶層5に電圧が印加するとその印加電圧によって光の透過率が変化し階調表示が可能になる。

【0036】図5は、本実施形態の構成である $\lambda/4$ 板7と $\lambda/4$ 板10の遅相軸を直交に配置した場合と、比較例として $\lambda/4$ 板7と $\lambda/4$ 板10の遅相軸を平行に配置した場合に、黒表示のときの光の波長と透過率の関係を示す図である。本実施形態では、位相差板の遅相軸を直交させることで、位相差板の屈折率異方性の波長依存性を相殺することができ、光の波長帯全域で一定の位相差を満たすようになり暗表示の色づきを改善できる。

【0037】ここで、反射モードの明状態で反射率が最大となる液晶層5の位相差は $\lambda/4$ であり、透過モードの明状態で透過率が最大となる液晶層5の位相差は $\lambda/2$ であることから、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みが等しい場合には、反射モードとして用いる領域の液晶層5の位相差を $\lambda/4$ 、透過モードとして用いる領域の液晶層5の位相差を $\lambda/2$ という位相差を同時に満たすことはできない。

【0038】つまり、反射モードとして用いる領域の液晶層5の位相差が0から $\lambda/4$ に変化することで階調表示を行なう場合は、透過モードとして用いる領域の液晶層5の位相差も0から $\lambda/4$ までしか変化しないために、透過モードは効率良く光を利用することができない。

【0039】よって、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを変えるか、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層に印加する電圧を変えることで、反射モード、透過モード共に効率良く光を利用することができる。ここで、反射モードとして用いる領域の液晶層と透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを変える際に、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みの2倍にすると、反射モードとして用いる領域の液晶層5の位相差を $\lambda/4$ 、透過モードとして用いる領域の液晶層5の位相差を $\lambda/2$ という位相差を同時に満たすことができる。また、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みの2倍にしなくても、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚み

8

の2倍を超えない範囲で、透過モードとして用いる領域の液晶層の厚みを反射モードとして用いる領域の液晶層の厚みより大きくすることで、光の利用効率は向上する。

【0040】ここで、 $\lambda/4$ 板7、10を構成する複屈折性材料の常光及び異常光の両者に対する屈折率は波長に強く依存しているため、特定の厚さの波長板内で蓄積された位相遅れもまた波長に依存する。つまり、 $\lambda/4$ の位相遅れを入射光の直線偏光面に与えるには、波長を特定した単波長の光線を入射させた場合のみに完全に達成できる。よって、 $\lambda/4$ 板7、10を構成する複屈折性材料の屈折率異方性の波長依存性により、 $\lambda/4$ の位相遅れが達成できない波長域で偏光板6で遮光されずに透過する光が発生し、暗表示に色づきが生じるが、 $\lambda/4$ 板10の遅相軸は $\lambda/4$ 板7の遅相軸と直交するように、また偏光板6の透過軸は偏光板9の透過軸に対して直交するように設定することで、透過モードにおいて、 $\lambda/4$ 板10の屈折率異方性の波長依存性を、 $\lambda/4$ 板7の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、波長帯全域で $\lambda/4$ 条件を満たすようになる。このため暗表示の色づきを改善できる。

【0041】さらに、液晶層5の視角特性を改善させるため、偏光板6と液晶層5の間と偏光板9と液晶層5の間の少なくとも一方に、別の位相差板を設置させることで、広い視角範囲で良好な表示が実現される。

【0042】また、実施形態1では液晶層5に垂直配向性液晶を用いているが、基板表面近傍の液晶分子の配向が基板面の垂直方向に対してある程度のティルト角を持つ場合には、液晶層5に電圧無印加時でも完全にリタレーションは0にはならないため、その分を補償するため $\lambda/4$ 板7を代えて位相差板のリタレーションを調整すればより良好な暗表示が得られる。

【0043】液晶分子が概ね基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層において、反射モードでは α のリタレーションが残存している場合、 $\lambda/4$ 板7に代えて、 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリタレーションをもつ位相差板を配置すればよい。

【0044】反射モードでは、液晶層には、円偏光から液晶層の残存しているリタレーション分ずれた楕円偏光が入射する。液晶層を通過し、反射機能を有する領域で円偏光となり、反射して回転方向が逆転した円偏光となる。液晶層を通過して液晶層から出射するとき、円偏光からずれた楕円偏光となる。このときの楕円偏光は、入射時位相が90度ずれた状態にある。位相差板を通過すると偏光板6の透過軸と直交する直線偏光となる。

【0045】反射用絵素電極が透過用絵素電極より大きい場合など、反射型表示がメインとなる場合は透過モードの表示に用いている $\lambda/4$ 板10はそのままでもよい。従って、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層に残存するリタレーションが無視できな

(6)

9

い場合でも、そのリターデーションを考慮した位相差板を配置することにより反射モードでコントラストの高い表示が実現できる。

【0046】更に、液晶層に反射モードでは α 、透過モードでは β のリターデーションが残存している場合、 $\lambda/4$ 板7に代えて $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板、 $\lambda/4$ 板10に代えて $(\lambda/4 - (\beta - \alpha))$ のリターデーションをもつ位相差板を配置すればよい。

【0047】透過機能を有する領域の透過光で表示を行う透過モードでは、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態では、液晶層を射出したとき反射モードの射出光と同じ状態の楕円偏光となるように上記 $(\lambda/4 - (\beta - \alpha))$ のリターデーションをもつ位相差板が設定され、その位相差を有した楕円偏光が上記 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板に入射するので、上記 $(\lambda/4 - \alpha)$ のリターデーションをもつ位相差板を通過したとき、偏光板6の透過軸と直交する直線偏光となり光漏れの少ない暗表示となる。

【0048】従って、液晶分子が基板面の垂直方向に向いている状態の液晶層に残存するリターデーションが無視できない場合でも、そのリターデーションを考慮した位相差板を配置することにより反射モードでコントラストの高い表示が実現できる。

【0049】また、実施形態1では液晶層5に垂直配向性液晶を用いているが、平行配向性液晶を用いても同様の原理で表示が可能である。但し、平行配向性液晶を用いると電圧印加につれて液晶層5のリターデーションが小さくなるが、電圧印加時に基板近傍以外の液晶分子が概ね基板面の垂直方向に向いている状態でも、基板近傍の液晶分子は電界によりほとんど動かないため、基板近傍の液晶分子による残留リターデーションが生じる。そのため、垂直配向性液晶を用いた場合よりも平行配向性液晶を用いると残留リターデーションの影響分、暗表示時に光もれが発生し黒レベルが浮きコントラスト低下が発生する。そのため、平行配向性液晶を用いて垂直配向性液晶同様の黒レベルを表示するには、残留リターデーションを補償するように上下基板それぞれの近傍の液晶分子によ

10

る残留リターデーションを打ち消すように上下基板に液晶分子を配向させるか、位相差板を追加する必要がある。

【0050】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、第1の位相差板と第2の位相差板の遅相軸を直交させることで、第1の位相差板の屈折率異方性の波長依存性を、第2の位相差板の屈折率異方性の波長依存性で相殺することができ、光の波長帯全域で $\lambda/4$ 条件を満たすようになり、反射機能と透過機能を有する液晶表示装置において、透過モードでも暗表示の色づきを改善できる。

【0051】請求項2の発明によれば、液晶層に負の誘電率異方性を有する垂直配向液晶材料を用いることで、液晶層のリターデーションがほぼ0である状態が実現されるので、暗状態がより暗くなるので、コントラストが高くなる。

【0052】請求項3の発明によれば、ノーマリブラック（以下NBという）ではセルギャップ変化によるコントラスト比の変化はほとんど発生せず、生産性の点でセルギャップ制御に対するある程度の余裕がとれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の液晶表示装置の断面模式図である。

【図2】本発明の実施形態1及び実施形態2の液晶表示装置の平面図である。

【図3】本発明の実施形態1の液晶表示装置の反射領域での光の透過状態を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の液晶表示装置の透過領域での光の透過状態を示す図である。

【図5】黒表示を行うときの光の波長と透過率の関係を示す図である。

【符号の説明】

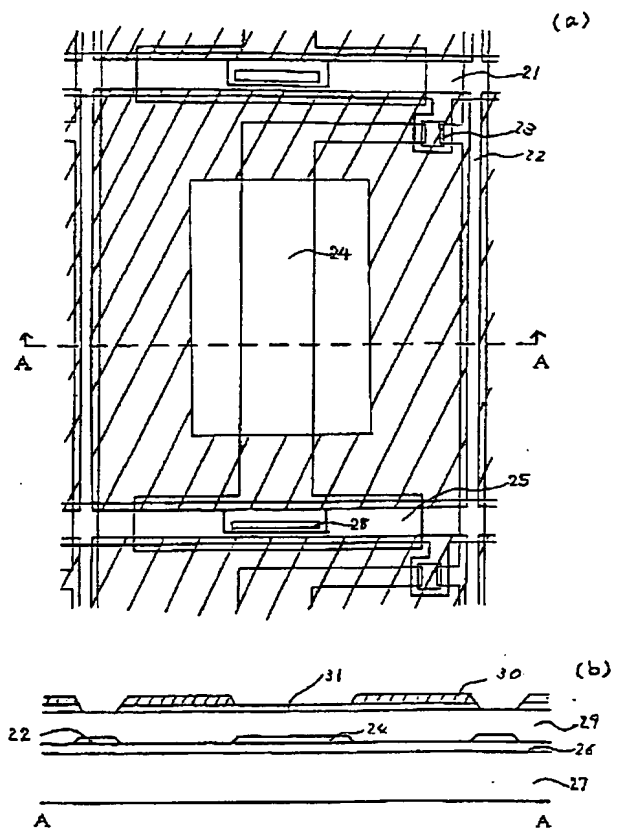
- 1、2 基板
- 3 反射電極
- 4 対向電極
- 5 液晶層
- 6、9 偏光板
- 7、10 $\lambda/4$ 板
- 8 透明電極

(7)

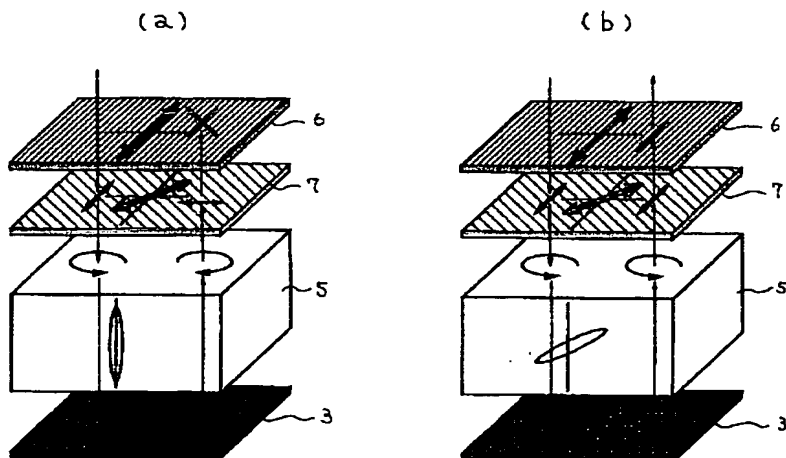
【図1】

6. 偏光板	
7. $\lambda/4$ 板	
2. 基板	
4. 対向電極	
5. LC層（垂直配向）	
3. 反射電極	8. 透明電極
1. 基板	
10. $\lambda/4$ 板	
9. 偏光板	

【図2】

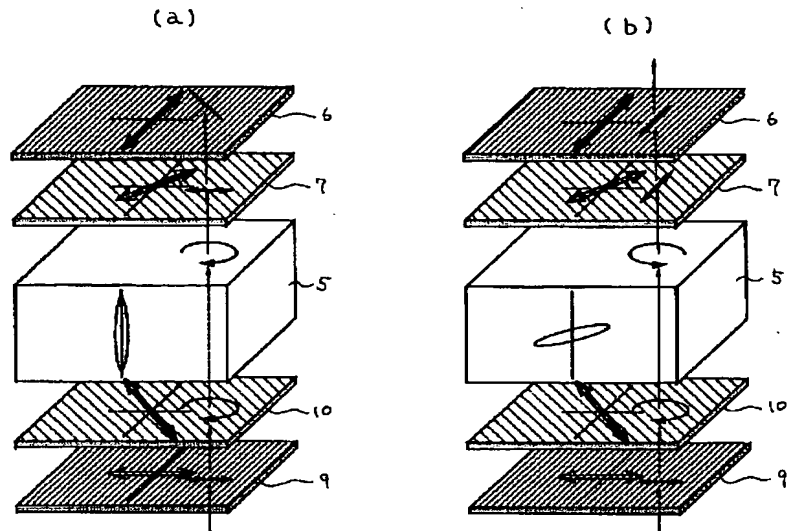


【図3】

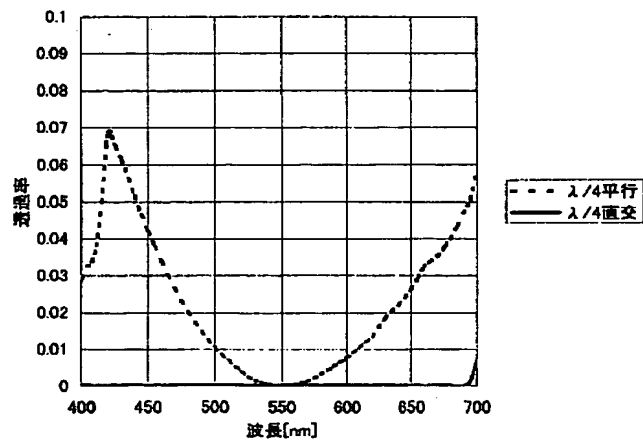


(8)

【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 藤岡 正悟
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72) 発明者 吉村 洋二
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 片山 幹雄
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(72) 発明者 石井 裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H088 HA17 HA18 KA27
2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
FA14Z FD07 GA02 GA13
LA17